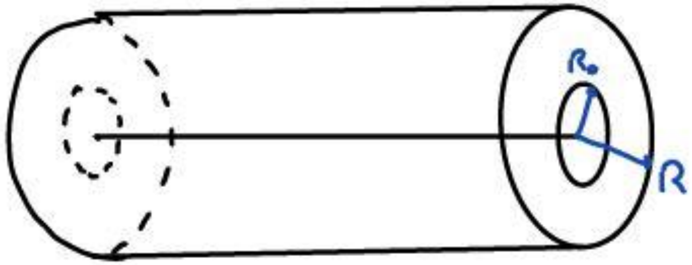
Série 2.9

1. Montrer que pour une source filiforme, chaque doublement de la distance conduit à une atténuation de 3 dB (négliger la puissance acoustique s'échappant aux extrémités).



$$P_{sonore} = S_0 \cdot I_0 = \ell \cdot 2\pi \cdot R_0 \cdot I_0$$

Conservation de l'energie :

$$P_0 = P_R$$

$$\cancel{\ell} \cdot \cancel{2\pi} \cdot R_0 \cdot I_0 = \cancel{\ell} \cdot \cancel{2\pi} \cdot R \cdot I$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{R_0}{R}$$

I inversement proportionelle à la distance

Niveau sonore :

$$\Delta L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

$$= 10 \log\left(\frac{R_0}{R_0}\right)$$

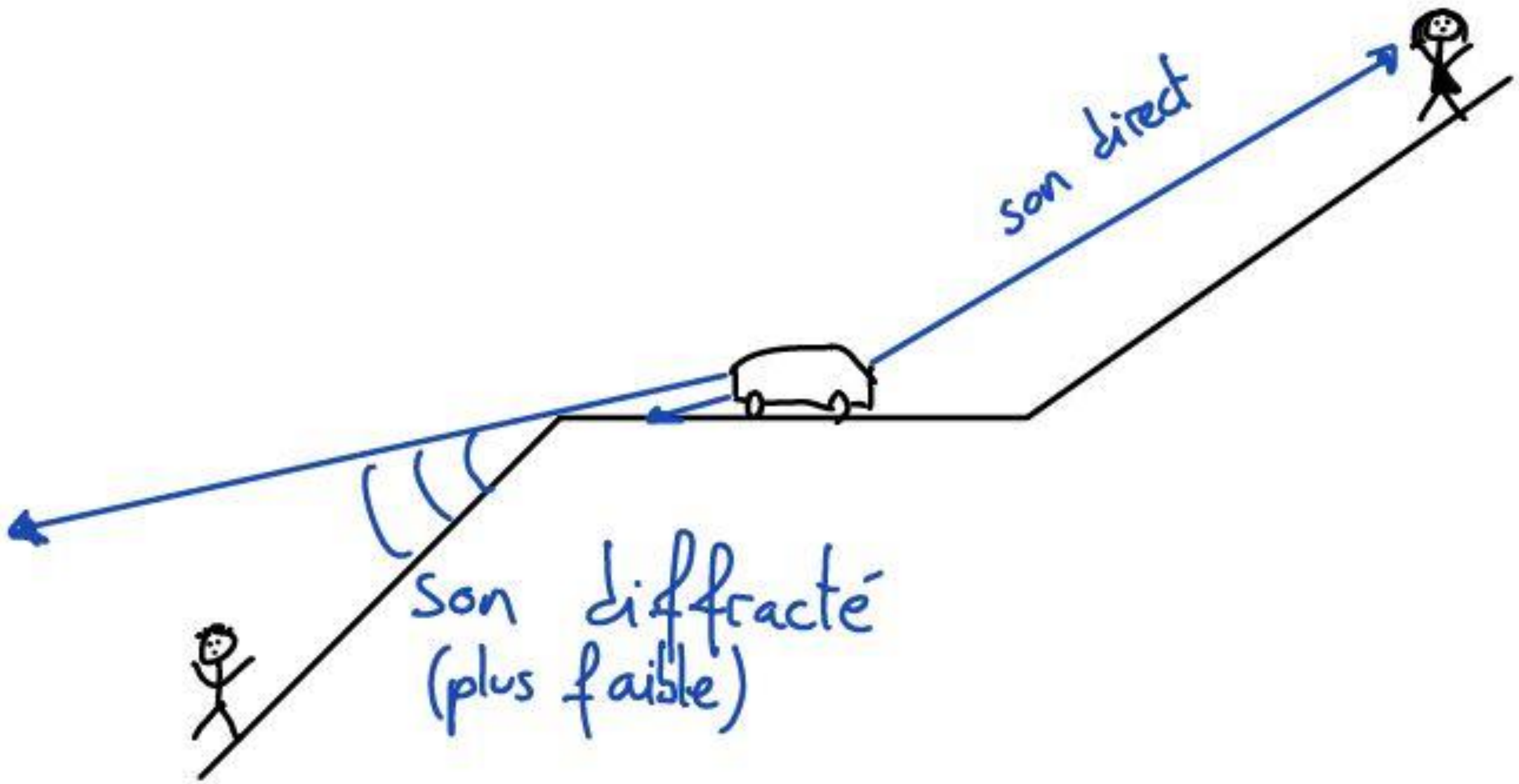
$$\Delta L = 10 \log\left(\frac{R_0}{R}\right)$$

Doublement distance $\rightarrow$ $R = 2 \cdot R_0$ $\rightarrow$ $\left(\dfrac{\cancel{R_0}}{2 \cdot \cancel{R_0}}\right)$

$$\Delta L = 10 \log\left(\frac{1}{2}\right) = -3\ dB$$

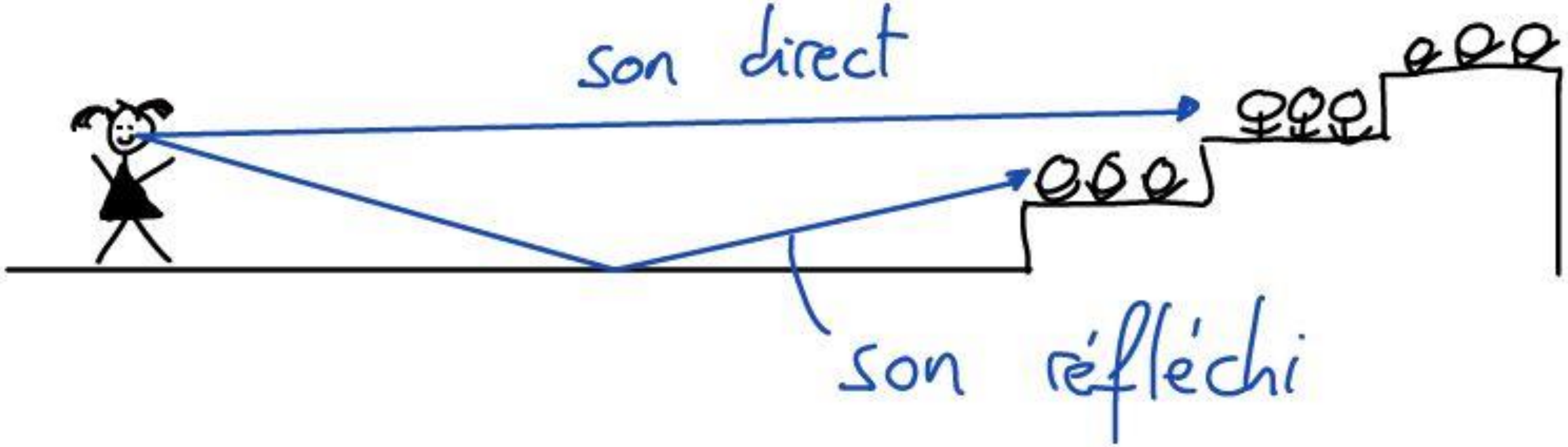
2. Pourquoi l'observateur placé en contrebas du talus d'une route entend-il moins la route que celui qui est placé sur un talus dominant la route ?

L'observateur placé sur un talus dominant la route voit en principe les véhicules et reçoit de ce fait le son direct auquel s'ajoute éventuellement une part de son réfléchi. L'observateur placé en contrebas (et qui ne voit donc pas les véhicules) ne reçoit que le bruit diffracté qui est plus faible que le son direct.



3. Un orateur est séparé de ses auditeurs par une surface de terrain plat et fortement réfléchissant (eau calme, sol plat pavé). Quel est l'effet prévisible sur le niveau sonore perçu par les auditeurs ?

Un sol plat et réfléchissant agit comme un miroir pour les ondes sonores. Les auditeurs reçoivent donc en plus du son direct, le son réfléchi par le sol. L'augmentation de niveau sonore prévisible est d'au moins 3 dB (+ 6 dB si les ondes sont en phase, car la pression acoustique double dans ce cas, et donc l'intensité est multipliée par 4).



≈ doublement niveau sonore => 3 dB

1. Par forte densité de circulation, une autoroute produit à 25 m un bruit de 60 dB(A).
a) Comment décroît ce bruit avec la distance et que vaut-il à 1 km ?
b) Quel est, à la même distance, l'amortissement supplémentaire dû à l'absorption de l'air à 500 Hz et 4000 Hz par jour clair ? Par brouillard ?

Utiliser l'annexe A 6.5.

$$\Delta L = 10 \cdot \log\left(\frac{R_0}{R}\right) \quad \text{, avec} \quad \begin{array}{l} R_0 = 25\,m \\ R = 1'000\,m \end{array}$$

$$\Leftrightarrow \quad \Delta L = 10 \cdot \log\left(\frac{25}{1'000}\right) = -16\,dB$$

niveau sonore : $60 - 16 = \underline{44\,dB}$

On doit tenir compte qu'une partie de la puissance des ondes sonores se dégrade en chaleur dans le milieu qu'elles traversent.

attenuation dans l'aire :

Fréquence [Hz]	Attenuation [dB/100m]	Attenuation [dB]
500	0,16	1,56
4'000	2	19,5

$$\frac{975\,m}{100\,m} = 9.75$$

$$9.75 \cdot 0.16 = 1.56\,dB$$

Distance parcourue : $R - R_0 = 975\,m$

=> Hautes fréquences sont plus attenuées

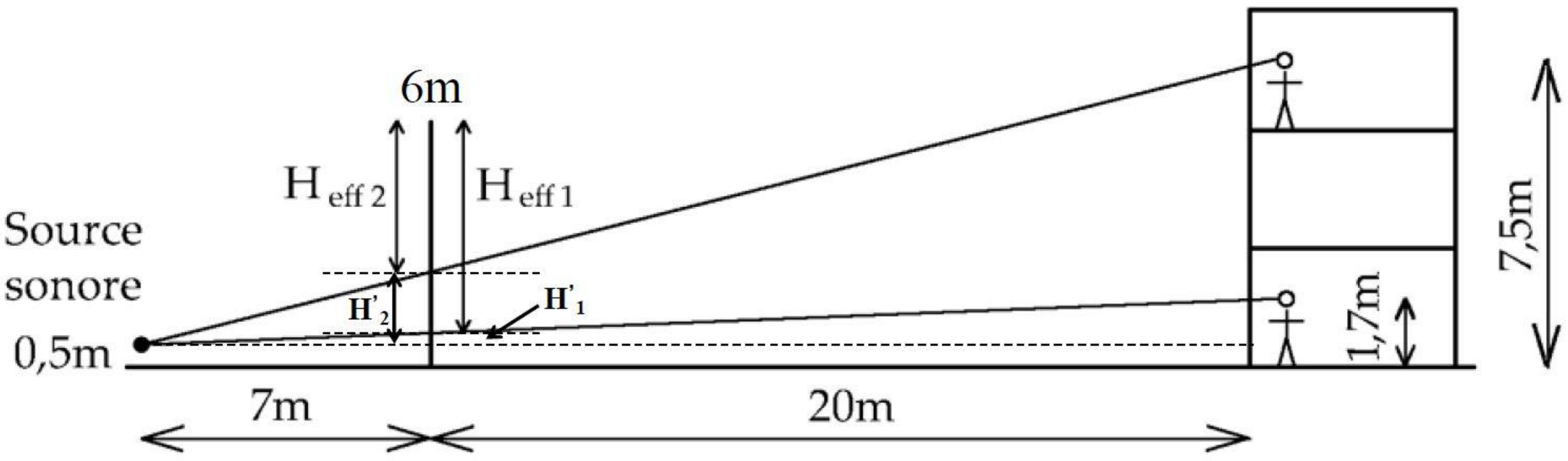
Même pour le brouillard

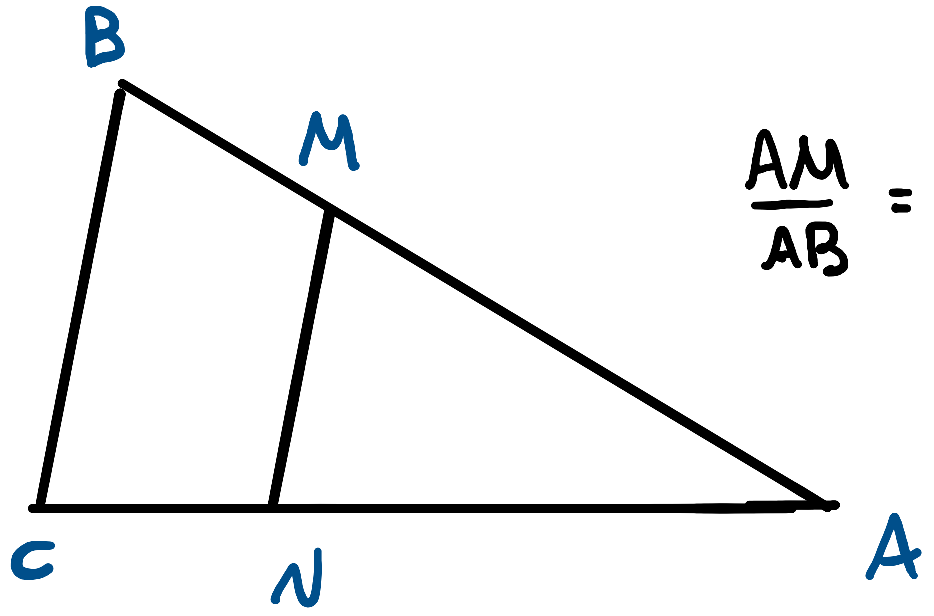
2. On élève en bordure d'autoroute une barrière antibruit de 6 m de haut placée à 7 m de l'axe du trafic et à 20 m d'un immeuble de deux étages sur rez-de-chaussée, distance de plancher à plancher de 2,9 m, terrain plat, hauteur de la source de bruit : 50 cm.

a) Calculer la hauteur effective de la barrière antibruit pour un habitant mesurant 1,7m logé au rez-de-chaussée.
b) Idem pour une personne (taille 1,7m) située au deuxième étage.
c) Évaluer la fréquence caractéristique f_c et établir le tableau de protection acoustique pour les deux personnes.

Résoudre ce problème en utilisant l'annexe A 6.6 et le théorème de Thales.

On a la situation suivante :



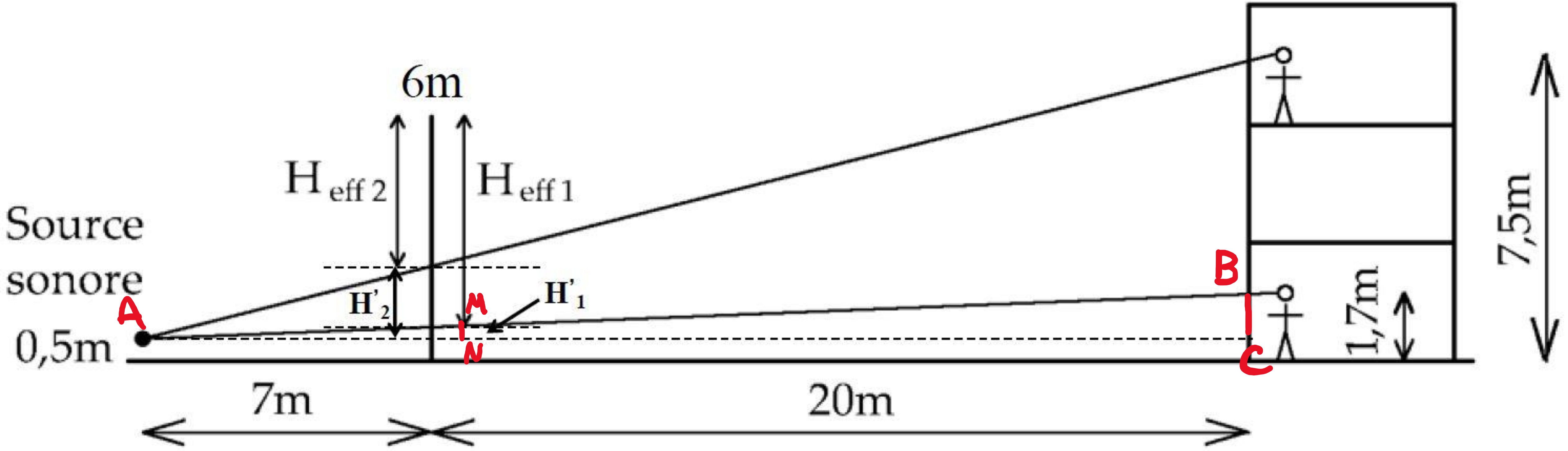


$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{MN}{BC}$$

$$H_{eff\,1} = 6\,m - H'_1 - 0.5m$$

H'_1 ?

On a la situation suivante : a)



$H'_1 = MN \rightarrow \dfrac{AN}{AC} = \dfrac{MN}{BC}$ $\quad H'_1 = (1.7 - 0.5) \cdot \dfrac{7}{7+20} = 0.31\,m$

$H_{eff1} = 5.19\,m$

b) même pour $H_{eff\,2}$:

hauteur personne 2 $\rightarrow$ $2.9\,m + 2.9\,m + 1.7 = \overset{(BC)}{7.5\,m}$

$$H_{eff\,2} = 6\,m - \underbrace{\overset{(BC)}{(7.5\,m - 0.5\,m)} \cdot \overset{\left(\frac{AN}{AC}\right)}{\frac{7\,m}{7+20\,m}}}_{H_2'} - 0.5\,m = \underline{3.69\,m}$$

c)

$$f_c = \frac{a \cdot c}{2 \cdot H_{eff}^2} \quad [Hz]$$

$a = 7\ m$

$c = 340\ m/s$

$f_{c1} = 44\ Hz$

$f_{c2} = 87.4\ Hz$

Rez-de-chaussée :

			f_{c1}						
fréquence [Hz]	11	22	44	88	176	352	704	1'408	>1'408
atténuation [dB]	−8	−9	−11	−13	−16	−19	−21	−24	−24

Deuxième étage :

				f_{c2}					
fréquence [Hz]	11	21,9	43,7	87,4	174,8	349,6	699,2	1'398	>2'797
atténuation [dB]	−7	−8	−9	−11	−13	−16	−19	−21	−24

3. Un corridor mesure 2,65 m de hauteur entre plancher et plafond. Un haut-parleur placé dans le fond émet un son de fréquence variable en direction du plancher. Calculer les fréquences pour lesquelles on pourrait observer la formation d'ondes stationnaires entre le plancher et le plafond. Dessiner la disposition des nœuds et des ventres de pression acoustiques (et de vitesse acoustique).

Onde stationnaire apparaît si :

$$h = n \cdot \lambda/2$$

Relation fréquence et long. d'onde :

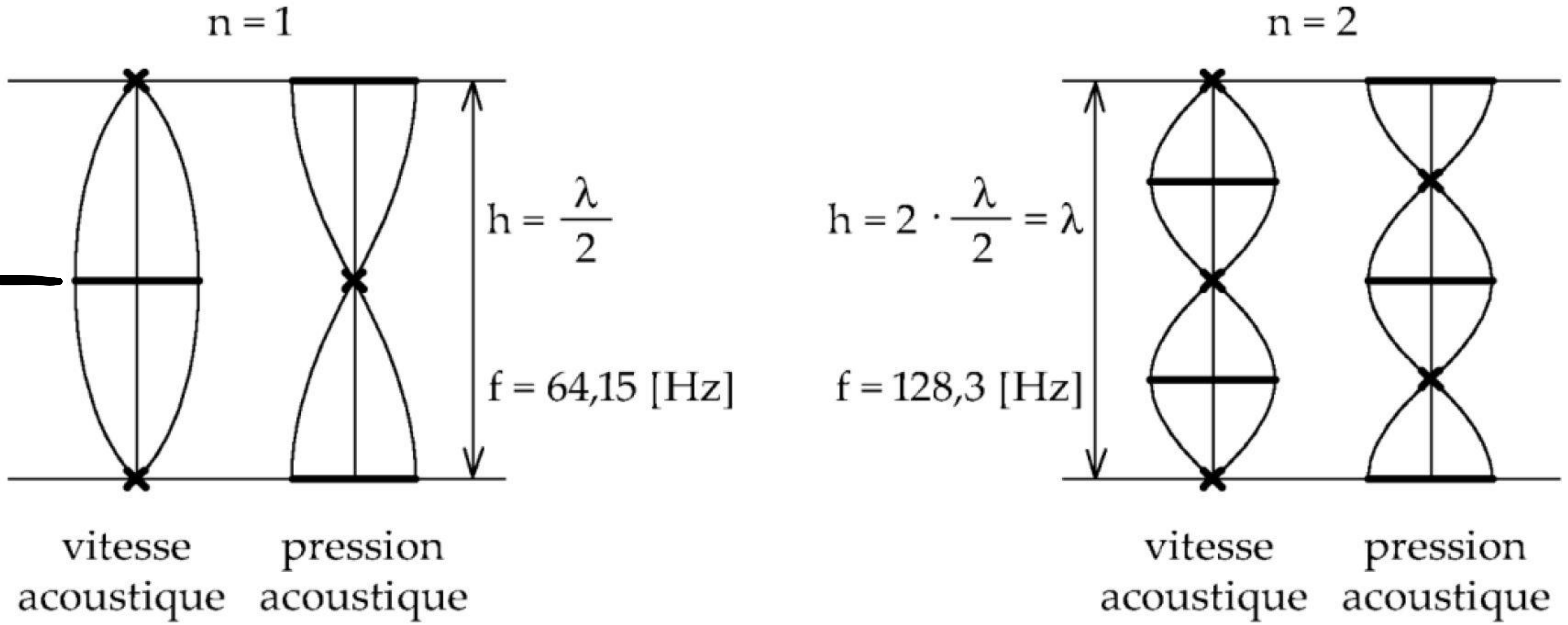
$$\lambda \cdot f = c$$

Donc :

$$f_{stat} = \frac{n \cdot c}{2 \cdot h} = n \cdot 64{,}15\ Hz$$

Nodes vitesse → Ou les molecules sont "Bloquées" (plafond, plancher)

Ventre ←



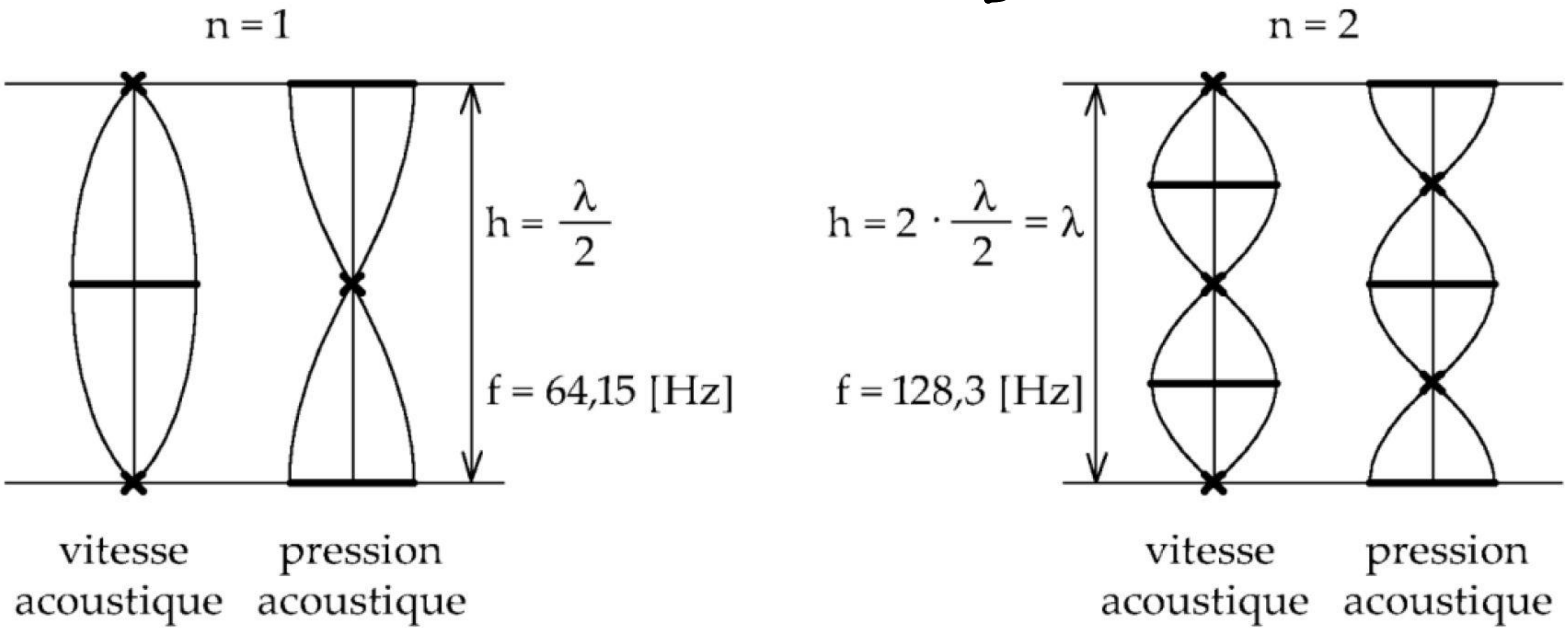
× : localisation des noeuds

—— : localisation des ventres

Nodes Pression → Conservation Énergie

E_{pot} = prop à P^2 E_{cin} = prop à V^2

Quand $V = 0$ → P est max



× : localisation des noeuds

— : localisation des ventres